



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 821 073 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
28.01.1998 Patentblatt 1998/05

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **C22C 37/04**

(21) Anmeldenummer: 97110708.1

(22) Anmeldetag: 01.07.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV RO SI**

(71) Anmelder: **AE GOETZE GmbH**  
**D-51399 Burscheid (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Veutgen, Hans-Jürgen**  
**51399 Burscheid (DE)**  
• **Langner, Wilfried, Dipl.-Ing.**  
**86316 Friedberg (DE)**

(30) Priorität: 25.07.1996 DE 19629970

(54) **Gusseisenlegierung für die Herstellung von Kolbenringen von  
Verbrennungskraftmaschinen**

(57) Eine Gußeisenlegierung mit hohen Festigkeitswerten und hoher Warmfestigkeit für die Herstellung von vor allem Kolbenringen von Verbrennungskraftmaschinen besitzt eine überwiegend perlitische Grundstruktur mit kugelgraphitischen oder vermicularen Graphitausscheidungen und besteht aus 2,5 - 4,0 Gewichtsprozent Kohlenstoff, 1,5 - 4,0 Gewichtsprozent Silizium, 0,2 - 2,0 Gewichtsprozent Mangan, max. 0,35 Gewichtsprozent Phosphor, max. 0,03 Gewichtsprozent Schwefel, max. 3,0 Gewichtsprozent Chrom, max. 1,5 Gewichtsprozent Vanadium, max. 2,5 Gewichtsprozent Molybdän, max. 0,2 Gewichtsprozent Nickel, 1,0 - 3,5 Gewichtsprozent Kupfer, 0,02 - 2,5 Gewichtsprozent Aluminium, 0,005 - 0,04 Gewichtsprozent Magnesium und Eisen als Rest. Die Legierung kann zur Verbesserung ihrer Bearbeitbarkeit einer Glühbehandlung bis zu 750 °C unterzogen werden und die Gußstücke können zur Erhöhung ihrer Verschleißfestigkeit nach einem der üblichen Verfahren nitriert sein.

EP 0 821 073 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Gußeisenlegierung für die Herstellung von Kolbenringen für Verbrennungskraftmaschinen mit hoher Temperaturbelastung.

Kolbenringe für Verbrennungskraftmaschinen bestehen überwiegend aus grauen Gußeisenlegierungen mit Anteilen an kugelförmigen bis lamellaren Graphitausscheidungen. Insbesondere die in der obersten, dem Verbrennungsraum benachbarten Kolbennut angeordneten Kolbenringe sind hohen Temperaturen ausgesetzt, so daß von ihnen mechanische Festigkeitswerte mit hoher Temperaturbeständigkeit verlangt werden. Nach beispielsweise der DE OS 3 628 157 verwendet man eine kugelgraphitische Gußeisenlegierung mit martensitischem Grundgefüge für auf hohe Temperaturen belastete Kolbenringe, welche 1 bis 15 Gewichtsprozent im Grundgefüge in Kugel- bis Tröpfchenform aus-

geschiedenes Kupfer enthält, das auf Grund seiner hohen Wärmeleitfähigkeit für eine schnelle Wärmeableitung und damit für eine verminderte Temperaturbelastung des Kolbenringwerkstoffes sorgt. Insbesondere in modernen Verbrennungskraftmaschinen werden zur Verbesserung des Fahr-, Lauf- und Geräuschkomforts bei gleichzeitig deutlicher Leistungssteigerung Kurzhuber mit Leichtbau-Kastenkolben eingesetzt, bei denen zur Erzielung eines vibrationsarmen Laufs die Kolbenringbestückungen extrem nach oben verlegt sind. Insbesondere der oberste Kolbenring und zum Teil auch der zweite sogenannte Abstreifring werden dadurch höheren Temperaturen ausgesetzt, so daß von ihrem Werkstoff mechanische Festigkeitswerte mit verbesserter Temperaturbeständigkeit verlangt werden. Die Warmfestigkeit der aus der DE OS 3 628 157 bekannten martensitischen Gußeisenlegierungen reicht für derartig hohe Beanspruchungen nicht aus.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Gußeisenlegierung für hohen Temperaturen ausgesetzten Kolbenringe von Verbrennungskraftmaschinen mit bei hohen Temperaturen beständigen Festigkeitswerten zu finden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Gußeisenlegierung mit perlitischer Grundstruktur und kugelförmigen oder vermikularförmigen Graphitausscheidungen gelöst, welche aus

2,5 - 4,0	Gewichtsprozent	Kohlenstoff
1,5 - 4,0	"	Silizium
0,2 - 2,0	"	Mangan
max. 0,35	"	Phosphor
max. 0,03	"	Schwefel
max. 3,0	"	Chrom
max. 1,5	"	Vanadium
max. 2,5	"	Molybdän
max. 0,2	"	Nickel
1,0 - 3,5	"	Kupfer
0,02 - 2,5	"	Aluminium
0,005 - 0,04	"	Magnesium
und Eisen als Rest besteht.		

Mit den erfindungsgemäßen Gußeisenlegierungen werden probeweise Kolbenringe gegossen, die zur Ermittlung über Warmfestigkeit Temperaturen zwischen 500 - 700 °C durch Glühbehandlungen während 30 Minuten ausgesetzt wurden. Es wurde ein normaler Abfall der Härtewerte festgestellt, ohne daß die perlitische Grundstruktur der Gußeisenlegierung wesentlich verändert wurde. Die Festigkeitswerte wurden durch diese Temperaturbelastung nicht wesentlich verändert, so daß der Werkstoff die geforderte hohe Warmfestigkeit besitzt.

Zur weiteren Perlitisierung kann die Gußeisenlegierung bis zu 0,4 Gewichtsprozent Antimon enthalten, das der Legierung während des Schmelzens oder über das Impfmittel zugegeben sein kann. Ebenso kann der Legierung bis zu insgesamt 4,0 Gewichtsprozent mindestens eines der Elemente Nickel, Cobalt, Zinn, Titan, Niob, Tantal, Bor und/oder Wismuth zulegiert sein. Die Gußeisenlegierung kann zusätzlich bis zu maximal 300 ppm mittels Fülldraht-Injektion eingebrachtes Stickstoff enthalten. Zur verbesserten Bearbeitbarkeit kann die Gußeisenlegierung einer Glühbehandlung bei bis zu 750 °C unterzogen werden. Zusätzlich können die Kolbenringe zur Verbesserung ihrer Verschleißfestigkeit ganzflächig oder an den Laufflächen und/oder den Flankerflächen nach einem der üblichen Verfahren

## EP 0 821 073 A1

wie Badnitrieren, Gasnitrieren, Plasmanitrieren oder Pulsplasmanitrieren einer Nitrierbehandlung unterzogen werden. Dabei werden bevorzugt die erfindungsgemäßen Gußeisenlegierungen mit an der oberen Gehaltsgrenze an Silizium, Chrom, Vanadium, Molybdän und Aluminium liegenden Gehalten innerhalb der erfindungsgemäßen Zusammensetzung für das Nitrieren verwendet, obwohl alle innerhalb der beanspruchten Legierungsbereiche liegenden Gußeisenwerkstoffe zum Nitrieren geeignet sind. Die bevorzugte ohne Nitrieren eingesetzte Gußeisenlegierung besteht dann aus

2,5 - 4,0	Gewichtsprozent	Kohlenstoff
1,5 - 2,5	"	Silizium
0,2 - 2,0	"	Mangan
max. 0,35	"	Phosphor
max. 0,03	"	Schwefel
max. 0,3	"	Chrom
max. 0,2	"	Vanadium
max. 0,3	"	Molybdän
max. 0,2	"	Nickel
1,0 - 3,5	"	Kupfer
max. 0,1	"	Aluminium
0,005 - 0,04	"	Magnesium
und Eisen als Rest.		

Die speziell in nitrierter Form eingesetzte Gußeisenlegierung besteht dann aus

2,5 - 4,0	Gewichtsprozent	Kohlenstoff
2,0 - 4,0	"	Silizium
0,2 - 2,0	"	Mangan
max. 0,35	"	Phosphor
max. 0,03	"	Schwefel
0,2 - 3,0	"	Chrom
max. 1,5	"	Vanadium
max. 2,5	"	Molybdän
max. 0,2	"	Nickel
1,0 - 3,5	"	Kupfer
0,02 - 2,5	"	Aluminium
0,005 - 0,04	"	Magnesium
und Eisen als Rest.		

Beide Legierungen können die zur Verschleißsteigerung, zur Verbesserung der Perlitisierung und zur Verbesserung der Nitrierbarkeit zugesetzten Elemente enthalten.

Durch die Erfindung ist somit eine Gußeisenlegierung geschaffen, die für hohen Temperaturbelastungen ausgesetzte Kolenringe in Verbrennungskraftmaschinen geeignet ist. Die Gußeisenwerkstoffe zeigen ein gutes Warmsetzverhalten und ihr Gefüge zeigt auch bei längeren hohen Temperaturbelastungen keine wesentlichen Veränderungen. Die Gußeisenlegierungen können zur Herstellung von Kolbenringen aller Durchmesser von bis zu 1 m sowohl im Standguß als auch im Schlenderguß gleichermaßen gut verwendet werden. Ebenso können die Gußeisenlegierungen

# EP 0 821 073 A1

für ähnlich belastete Maschinenteile von vor allem Verbrennungskraftmaschinen wie Zylinderlaufbuchsen, Kolben, Pleuel, Dichtungsringe generell, Packungsringe, Zahnräder und Getrieberinge verwendet werden. Die beiden folgenden Gußeisenlegierungen werden bevorzugt verwendet, wobei Gußeisenlegierung 1 bevorzugt nicht nitriert und Gußeisenlegierung 2 bevorzugt in nitrierter Form eingesetzt wird.

5

10

15

20

25

30

	Gußeisenlegierung 1		Gußeisenlegierung 2	
Kohlenstoff	3,76	Gewichtsprozent	3,78	Gewichtsprozent
Silizium	2,16	"	2,98	"
Mangan	0,88	"	0,86	"
Phosphor	0,10	"	0,09	"
Schwefel	0,008	"	0,007	"
Chrom	0,04	"	2,04	"
Vanadium	0,01	"	0,01	"
Molybdän	0,02	"	0,02	"
Nickel	0,05	"	0,05	"
Kupfer	2,46	"	2,38	"
Titan	0,01	"	0,01	"
Wolfram	0,03	"	0,03	"
Niob	-	"	0,02	"
Magnesium	0,011	"	0,010	"
Rest Eisen			Rest Eisen	

## Patentansprüche

1. Gußeisenlegierung für die Herstellung von Kolbenringen für Verbrennungskraftmaschinen mit hoher Temperaturbelastung, dadurch gekennzeichnet, daß die Gußeisenlegierung eine perlitische Grundstruktur mit kugelförmigen oder vermikularförmigen Graphitausscheidungen besitzt und aus

35

40

45

50

55

2,5 - 4,0	Gewichtsprozent	Kohlenstoff
1,5 - 4,0	"	Silizium
0,2 - 2,0	"	Mangan
max. 0,35	"	Phosphor
max. 0,03	"	Schwefel
max. 3,0	"	Chrom
max. 1,5	"	Vanadium
max. 2,5	"	Molybdän
max. 0,2	"	Nickel
1,0 - 3,5	"	Kupfer
0,02 - 2,5	"	Aluminium
0,005 - 0,04	"	Magnesium
sowie Eisen als Rest besteht.		

2. Gußeisenlegierung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gußeisenlegierung bis zu 0,4

Gewichtsprozent Antimon enthält.

3. Gußeisenlegierung nach den Patentansprüchen 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Gußeisenlegierung mindestens eines der Elemente Nickel, Cobalt, Zinn, Titan, Niob, Tantal, Bor und/oder Wismuth in einer Menge von insgesamt bis zu 4,0 Gewichtsprozent enthält.
4. Gußeisenlegierung nach mindestens einem der Patentansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Gußeisenlegierung mittels Fülldrahtinjektion in die Schmelze eingebrachtes Stickstoff in einer Menge von maximal 300 ppm enthält.
5. Gußeisenlegierung nach mindestens einem der Patentansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die aus der Legierung gegossenen Werkstücke einer Glühbehandlung von bis zu 750 °C unterzogen sind.
6. Gußeisenlegierung nach mindestens einem der Patentansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die aus der Legierung gegossenen Werkstücke einer Nitrierbehandlung nach einem der üblichen Verfahren unterzogen sind.
7. Gußeisenlegierung nach mindestens einem der Patentansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Nitrierung vorgesehene Gußeisenlegierung aus

2,5 - 4,0	Gewichtsprozent	Kohlenstoff
2,0 - 4,0	"	Silizium
0,2 - 2,0	"	Mangan
max. 0,35	"	Phosphor
max. 0,03	"	Schwefel
0,2 - 3,0	"	Chrom
max. 1,5	"	Vanadium
max. 2,5	"	Molybdän
max. 0,2	"	Nickel
0,1 - 3,5	"	Kupfer
0,02 - 2,5	"	Aluminium
0,005 - 0,04	"	Magnesium
und Eisen als Rest besteht.		

8. Gußeisenlegierung nach mindestens einem der Patentansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die bevorzugt nicht nitrierte Gußeisenlegierung aus

5

10

15

20

2,5 - 4,0	Gewichtsprozent	Kohlenstoff
1,5 - 2,5	"	Silizium
0,2 - 2,0	"	Mangan
max. 0,35	"	Phosphor
max. 0,03	"	Schwefel
max. 0,3	"	Chrom
max. 0,2	"	Vanadium
max. 0,3	"	Molybdän
max. 0,2	"	Nickel
0,1 - 3,5	"	Kupfer
max. 0,1	"	Aluminium
0,005- 0,04	"	Magnesium
und Eisen als Rest besteht.		

25

9. Verwendung der Gußeisenlegierung nach mindestens einem der vorangegangenen Patentansprüche für die Herstellung von Zylinderlaufbüchsen, Kolben, Pleuel, Getrieberinge, Dichtungsringe generell, Zahnräder und Pakkungsringe.

30

35

40

45

50

55



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 11 0708

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	DE 39 29 804 A (N PROIZV OB PO TECH MASCH) 21.März 1991	1,7,9	C22C37/04
Y	* Ansprüche 1 und 3; Beispiele 2 und 6; Spalte 1, Zeilen 6-13; Spalte 2, Zeilen 62-68 *	2-6	
X	--- CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 106, no. 22, 1.Juni 1987 Columbus, Ohio, US; abstract no. 180629, "Spheroidal graphite cast iron products" XP002045661 * Zusammenfassung * & JP 61 273 250 A (ASAHI MALLEABLE IRON CO.) 3.Dezember 1986	8	
Y	--- EP 0 080 590 A (GOETZE AG) 8.Juni 1983 * Ansprüche 3 und 4; Seite 4, Zeilen 7-10 *	2,3	
Y	--- DE 28 06 309 A (FORD WERKE AG) 16.August 1979 * Ansprüche 1 und 3 *	6	
Y	--- ELLIOTT R.: "Cast Iron Technology" 1988, BUTTERWORTHS, LONDON, UK XP002045660 * Seiten 63-64, 83, 131-133 und 150-154 *	4-6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>MÜNCHEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>4.November 1997</b>	Prüfer <b>Bjoerk, P</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

*This Page Blank (uspto)*